

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-075859

(43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G02B 5/04

G02B 7/18

G02B 19/00

G03F 7/20

(21)Application number : 2001-207774

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 02.08.1995

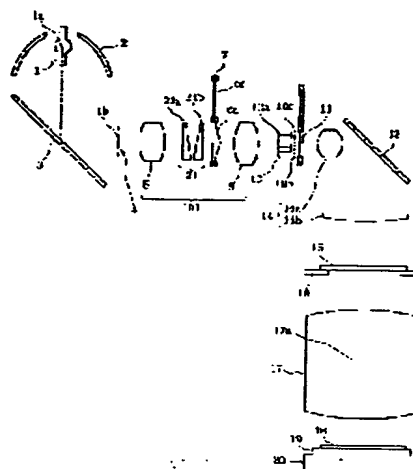
(72)Inventor : SHIOZAWA TAKANAGA

## (54) ILLUMINATION SYSTEM, EXPOSURE SYSTEM AND METHOD FOR MANUFACTURING DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an illumination system by which a pattern of a reticle can be projected onto a wafer with a high degree of accuracy.

**SOLUTION:** With respect to the illumination system having an optical system which makes a light flux from a light source incident onto a multi-light-flux forming means and a lens system which illuminates a surface to be illuminated by the multiple fluxes formed by the multi-light-flux forming means, the optical system has, from the side of the multi-light-flux forming means in sequence, an illumination optical system and a first light deflecting member provided at the front focal point of the illumination optical system or in its proximity and the multi-light-flux forming means is provided with a light axis of the illumination optical system and a plurality of fine lenses which are placed around the light axis. The first light deflecting member is provided with a plurality of transparent wedges which are rotatable about the light axis of the illumination optical system and the incoming position of the whole light fluxes from the light surface to the multi-light-flux forming means is changed by changing the direction of deflection of the whole light fluxes from the light source by the rotation of the plurality of transparent wedges.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] About a lighting system, an aligner, and the device manufacture method, especially this invention relates to the lighting system, aligner, and the device manufacture method for illuminating the device pattern on a reticle side appropriately, when manufacturing various devices, such as sensing elements, such as display devices, such as image pick-up elements, such as semiconductor devices, such as LSI, and CCD, and a liquid crystal panel, and the magnetic head.

[0002]

[Description of the Prior Art] Progress of the latest ultra-fine processing technology is remarkable, and the fine pattern is demanded very much also for the resolution demanded with lithography as 0.3 micrometers or 0.25 micrometers.

[0003] Then, these people are JP,5-283317,A and have proposed the lighting system which can raise the resolution of the projection aligner for lithography.

[0004] Drawing 4 shows the lighting system (projection aligner) indicated by JP,5-283317,A.

[0005] In drawing 4, 1 is the ultrahigh pressure mercury lamp of high brightness which emits ultraviolet rays and far ultraviolet rays, and light-emitting part 1a of a mercury-vapor lamp 1 is near the 1st focus of the ellipse mirror 2. The light emitted from the mercury-vapor lamp 1 forms image (light-emitting part image) 1b of light-emitting part 1a near the 2nd focus 4 of the ellipse mirror 2, after it is reflected and condensed by the ellipse mirror 2 and being reflected by the cold mirror 3. A cold mirror 3 forms the multilayer which is made to penetrate infrared light and reflects ultraviolet radiation on a glass substrate, and changes.

[0006] 101 is an image formation system which consists of lens systems 5 and 9, and is carrying out abbreviation image formation of the light-emitting part image 1b formed near the 2nd focus 4 on optical plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10. A lens system 9 is a zoom lens and has the composition that the scale factor of the image formation system 101 is changeable. 7 is the attachment component of an optical element, and it is constituted so that two or more optical elements, such as cone prism and multiple drill prism, may be changed into an optical path and can be arranged. a lens system 5 -- the position of opening of the ellipse mirror 2, and the position of an attachment component 7 -- optical -- abbreviation -- it is made conjugate physical relationship

[0007] the multi-luminous-flux formation whose optical integrator 10 forms many flux of lights -- it is a member, and many microlenses are arranged two-dimensional along with the flat surface which intersects perpendicularly with an optical axis, it changes, and secondary light source 10c is formed near [ the ] the optical injection side 10b 11 is converging section material which has two or more opening material from which a configuration and a size differ mutually, and the converging section material 11 has the mechanism changed in the opening material inserted into an optical path.

[0008] 14a is a lens system and lens system 14a condenses the flux of light from optical injection side 10b of the optical integrator 10. Through the converging section material 11 and a mirror 13, the condenser lens system 14 containing lens system 14a and collimator lens 14b is the flux of light from optical injection side 10b, and carries out Koehler illumination of the reticle 15 which is the irradiated plane laid in the reticle stage 16.

[0009] 17 is a projection optical system and is carrying out reduction projection on the sensitization side of the wafer 18 which laid the pattern drawn on the reticle 15 in the wafer-chuck 19. 20 is a stage and is laying the wafer-chuck 19 on it. Image formation of the secondary light source 10c near the optical injection side 10b of the optical integrator 10 is carried out near the pupil 17a of a projection optical system 17 by the condenser lens system 14.

[0010] The lighting system of drawing 4 by changing the scale factor of the image formation system 101 if needed, while rotating the attachment component 7 of an optical element according to directivity, a resolution, etc. of a detailed pattern which were drawn on the reticle 15 and inserting the optical element of the request of two or more optical elements into an optical path Drawing 6 (A), (B), As shown in (C), the optical intensity distribution on optical plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 were changed, and the optical intensity distribution (lighting) of the secondary light source are changed. The portion of the slash in drawing 6 is a field where optical intensity is strong.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] If change the configuration and size of opening of the converging section material 11, the optical element held by the attachment component 7 is changed or the image formation scale factor of the image formation system 101 is changed, the lighting state in a reticle 15 or a wafer 18 will change, and it will become impossible to project the pattern of a reticle on a wafer with high precision in the above-mentioned lighting system. this invention aims at offering the lighting system, aligner, and the device manufacture method of making small aggravation of this kind of projection precision.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the lighting system of this invention In the lighting system which illuminates an illuminated field according to the optical system which carries out incidence of the flux of light from the light source to an optical integrator, and the multi luminous flux which the aforementioned optical integrator formed The aforementioned optical integrator and the 1st optical-deflection member are arranged on the optical axis of the aforementioned optical system. the 1st transparent wedge as the aforementioned 1st optical-deflection member, and the 2nd transparent wedge A wedge angle is substantially equal, and when the aforementioned optical axis can be individually rotated as a center and the 1st wedge of the above and the 2nd wedge rotate, it is characterized by changing the incidence position to the aforementioned optical integrator of the flux of light from the aforementioned light source.

[0013] Moreover, the aforementioned 1st light polarization member is characterized by the thing of a request in the direction of a request of the flux of light which carried out incidence to this 1st light polarization member to do for an angle deviation.

[0014] Moreover, the aforementioned optical system has irradiation optical system between the aforementioned optical integrator and the aforementioned 1st optical-deflection member, and is characterized by arranging the aforementioned optical-deflection member in the anterior focal position of this irradiation optical system.

[0015] Moreover, the aforementioned optical system has irradiation optical system between the aforementioned optical integrator and the aforementioned 1st optical-deflection member, and is characterized by arranging the aforementioned optical integrator in the posterior focal position of this irradiation optical system.

[0016] Moreover, the aforementioned 1st optical-deflection member is characterized by having two transparent wedges.

[0017] Moreover, the aforementioned 1st optical-deflection member is characterized by having three transparent wedges. moreover, the above -- three transparent wedges are characterized by the wedge angle of a wedge with the largest wedge angle being smaller than the sum total of the wedge angle of other two wedges.

[0018] moreover, the 2nd optical-deflection member to which a mutually different position of the aforementioned optical integrator is made to carry out incidence of the flux of light of the aforementioned plurality in dividing the flux of light from the aforementioned light source into

two or more flux of lights, and deflecting two or more aforementioned flux of lights in the mutually different direction -- the above -- it is characterized by preparing near the member the 1st optical deflection

[0019] moreover, the 2nd optical-deflection member which has the deviation side of the shape of a cone for changing the flux of light from the aforementioned light source into the ring-like flux of light, and irradiating the aforementioned optical integrator -- the above -- it is characterized by preparing near the member the 1st optical deflection

[0020] Moreover, it is characterized by preparing the aforementioned 2nd optical-deflection member between the aforementioned 1st optical-deflection member and the aforementioned irradiation optical system.

[0021] It is characterized by illuminating a reticle and a wafer according to the aforementioned multi luminous flux. Moreover, it is characterized by equipping the aforementioned optical system with an ellipse mirror.

[0022] Moreover, the aforementioned light source is a lighting system the claim 1 characterized by having a mercury-vapor lamp, or given in 12 any 1 terms.

[0023] Moreover, the aforementioned wedge is characterized by having at least one field to which it inclined to the optical axis of the aforementioned irradiation optical system.

[0024] Moreover, an aligner is characterized by illuminating a mask by the lighting system of either a claim 1 or the claim 14, and projecting the pattern of the this illuminated mask on a wafer by the projection optical system.

[0025] Moreover, the device manufacture method is characterized by including the stage which exposes a wafer by the device pattern by the aligner of a claim 15, and the stage of developing the this exposed wafer.

[0026]

[Embodiments of the Invention] Drawing 1 is drawing showing the 1st example of this invention.

[0027] In drawing 1, 1 is the ultrahigh pressure mercury lamp of high brightness which emits ultraviolet rays and far ultraviolet rays, and light-emitting part 1a of a mercury-vapor lamp 1 is near the 1st focus of the ellipse mirror 2. The light emitted from the mercury-vapor lamp 1 forms image (light-emitting part image) 1b of light-emitting part 1a near the 2nd focus 4 of the ellipse mirror 2, after it is reflected and condensed by the ellipse mirror 2 and being reflected by the cold mirror 3. A cold mirror 3 forms the multilayer which is made to penetrate infrared light and reflects ultraviolet radiation on a glass substrate, and changes. The position about the direction of an optical axis can be adjusted so that the amount of the flux of light which can move a mercury-vapor lamp 1 in the direction of an optical axis, for example, carries out incidence to up to optical plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 may become the maximum.

[0028] 101 is optical system, such as an image formation system which consists of lens systems 5 and 9, and is carrying out image formation of the light-emitting part image 1b formed near the 2nd focus 4 the optical plane-of-incidence 10a top of the optical integrator 10, or near it again. The anterior focal position of a lens system 5 is carrying out simultaneously coincidence with the position of light-emitting part image 1b formed near the 2nd focus 4. A lens system 9 (irradiation optical system) is a zoom lens, and has the composition that the scale factor of the image formation system 101 is changeable. 7 is the attachment component of an optical element, and it is constituted so that two or more optical elements (the 2nd optical-deflection member), such as cone prism and multiple drill prism, may be changed into an optical path and can be arranged. a lens system 5 (light-receiving optical system) -- the position of opening of the ellipse mirror 2, and the position of an attachment component 7 -- optical -- abbreviation -- it is made conjugate physical relationship Drawing 2 shows an attachment component 7 and two or more optical elements 6a-6f held at it. An attachment component 7 is a turret board which rotates to the circumference of the axis of rotation which pierces through a center by the non-illustrated motor. Optical-element 6a cone prism and optical-element 6b rather than optical-element 6a Cone prism with a small vertical angle, For square drill prism with a large vertical angle, and optical-element 6e, 8 pyramid prism and 6f of optical elements are [ optical-element 6c / square drill prism and 6d of optical elements ] a plane-parallel plate (transparent opening is sufficient as this portion.) from optical-element 6c. it

is .

[0029] the multi-luminous-flux formation whose optical integrator 10 forms many flux of lights -- it is a member, and many microlenses are arranged two-dimensional along with the flat surface which intersects perpendicularly with an optical axis, it changes, and secondary light source 10c is formed near [ the ] the optical injection side 10b. The optical plane of incidence of the optical integrator 10 is in the backside focal position of a lens system 9. 11 is converging section material which has two or more opening material from which a configuration and a size differ mutually, and the converging section material 11 has the mechanism changed in the opening material inserted into an optical path. The opening configuration of two or more opening material corresponds to optical elements 6a-6f, and includes the shape of a ring, 4 holes, eight holes, and one hole.

[0030] 14a is a lens system and lens system 14a condenses the flux of light from optical injection side 10b of the optical integrator 10. Through the converging section material 11 and a mirror 13, the condenser lens system 14 containing lens system 14a and collimator lens 14b is the flux of light from optical injection side 10b, and carries out Koehler illumination of the reticle 15 which is the irradiated plane laid in the reticle stage 16.

[0031] 17 is a projection optical system and is carrying out reduction projection on the sensitization side of the wafer 18 which laid the pattern drawn on the reticle 15 in the wafer-chuck 19. 20 is an X-Y stage and is laying the wafer-chuck 19 on it. Image formation of the secondary light source 10c near the optical injection side 10b of the optical integrator 10 is carried out near the pupil 17a of a projection optical system 17 with the condenser lens 14.

[0032] The lighting system of drawing 1 by changing the scale factor of the image formation system 101 if needed, while rotating the optical-element attachment component 7 according to directivity, a resolution, etc. of a detailed pattern which were drawn on the reticle 15 and inserting the optical element of the request of two or more optical elements 6a-6f into an optical path. Drawing 6 (A), As shown in (B) and (C), the optical intensity distribution on optical plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 were changed, and the optical intensity distribution (lighting) of the secondary light source are changed. The portion of the slash of drawing 6 is a field where optical intensity is strong.

[0033] The feature of the lighting system of drawing 1 is having formed the optical-axis adjusting device 21 (the 1st optical-deflection member) near the optical-element attachment component 7. The optical-axis adjusting device 21 is equipped with the wedge glass 21a and 21b of two sheets which has the same wedge angle substantially, and it has the 2nd page to which the wedge glass 21a and 21b of two sheets inclined to the 1st page and an optical axis with both sides perpendicular to an optical axis. A wedge angle says the angle which the 1st page and the 2nd page accomplish. The optical-axis adjusting device 21 rotates an optical axis as the axis of rotation individually with the driving gear whose each of wedge glass 21a and 21b is not illustrated, and adjusts the angle of rotation of the circumference of each optical axis. It is towards a request of the whole flux of light which passes the optical-axis adjusting device 21 by this adjustment, an angle deviation can be carried out, the incidence position to the optical plane-of-incidence 10a top's of the optical integrator 10 of the whole flux of light can be changed, and the optical whole intensity distribution on optical plane-of-incidence 10a can be moved.

[0034] In the lighting system of drawing 1, if the position of the whole (optical intensity-distribution whole) flux of light which carries out incidence to the optical integrator 10 is changed, the lighting state in the reticle 15 and wafer 18 which are an irradiated plane will change. This is used and it is made to adjust angle of rotation of wedge glass 21a and 21b in this example, so that the pattern of a reticle can be projected on a wafer with high precision.

[0035] Drawing 3 is explanatory drawing showing the function of the optical-axis adjusting device 21. Drawing and drawing 3 (B) which show the case where 6f of plane-parallel plates is inserted into the optical path, and the wedge glass 21a and 21b of two sheets is set as the position which offsets the wedge angle of each other are drawing in which drawing 3 (A) shows the case where wedge glass 21b is rotated only for a certain angle, from the state of drawing 3 (A). The optical intensity in optical plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 is shown typically, and, as

for drawing in the right-hand side of drawing 3 (A) and (B), by [ suitable / which carry out angle rotation and is towards a request of the whole flux of light ] carrying out an angle deviation shows that eccentricity of the optical intensity distribution [ in / optical plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 / for each of wedge glass 21a and 21b ] can be carried out to an optical axis (center) from this drawing. This is because the position which carries out incidence to optical plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 of the whole flux of light will change if the degree of incident angle of the whole flux of light which carries out incidence to a lens system 9 is changed.

[0036] Hereafter, an example of the adjustment procedure using the optical-axis adjusting device 21 is shown.

1. Determine lighting.
2. Change optical system so that it may be the the best for the determined lighting. Selection of an optical element (6a-6f). A setup of the scale factor of the image formation system 101 (determination of the zoom position of a lens system 9). Selection of drawing 11 (selection of an opening configuration and a size). Change of the position to the direction of an optical axis of a mercury-vapor lamp 1. The etc3. reticle 15 is removed from a stage 16, and the measuring instrument which is not illustrated on X-Y stage 20 investigates the lighting state in the image surface of a projection optical system 17.
4. Compute the angle of rotation of wedge glass 21a and 21b, and make the specified position rotate wedge glass 21a and 21b with a non-illustrated driving gear from the result of Procedure 3, respectively.

[0037] In addition, the body side of the place in which the pattern side of a reticle 15 is located is available for the above-mentioned measurement.

[0038] Although an illumination distribution will be measured for every change of lighting in the above-mentioned adjustment procedure and the angle of rotation of wedge glass 21a and 21b will be computed by the measurement result, in quest of the angle of rotation of the wedge glass 21a and 21b in each lighting, it memorizes in memory by experiment beforehand, and predetermined angle rotation of the wedge glass 21a and 21b may be automatically carried out at the time of a lighting change.

[0039] Moreover, it may ask for angle of rotation to which projection precision becomes good on the average in all the lighting to be used, without having specification angle of rotation of wedge glass 21a and 21b for every lighting, and wedge glass 21a and 21b may be fixed to the angle.

[0040] Although the wedge glass with the same angle of two sheets is made to constitute the optical-axis adjusting device 21 from this example, the wedge glass of three or more sheets may constitute. In this case, the wedge angle of wedge glass with the largest wedge angle needs to be below the sum total of the wedge angle of other wedge glass of two or more sheets.

[0041] Although the optical-axis adjusting device 21 is arranged from optical elements 6a-6f to the light source side in this example, you may arrange the optical-axis adjusting device 21 from optical elements 6a-6f to the optical integrator 10 side. What is necessary is just to arrange in the place which can change an incidence position in short, without seldom changing the degree of incident angle to optical plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10.

[0042] Although it is adjusting in each above-mentioned example so that the illuminance unevenness in an irradiated plane may become the minimum with wedge glass when lighting is changed, there is nothing then, for example, you may make it restrict, and not necessarily, adjust angle of rotation of a wedge automatically, when [ that ] projection precision gets worse by aging (a lens, property change of coating of a mirror, and luminance-distribution change of the arc of a lamp) of optical system.

[0043] Moreover, although each above-mentioned example explains the optical elements [ 6a-6f ] number as six kinds, it is not limited to this number. this invention can be applied when there is no optical element.

[0044] Next, one example of the manufacture method of the device using the projection aligner of drawing 1 or drawing 3 is explained.

[0045] Drawing 6 shows the manufacture flow of a device (semiconductor chips, such as IC and

LSI, the magnetic head, a liquid crystal panel, and CCD). The circuit design of a semiconductor device is performed at Step 1 (circuit design). At Step 2 (mask manufacture), the mask (reticle 15) in which the designed circuit pattern was formed is manufactured. On the other hand, at Step 3 (wafer manufacture), a wafer (wafer 18) is manufactured using material, such as silicon. Step 4 (wafer-process) is called last process and forms an actual circuit on a wafer with lithography technology using the mask and wafer which carried out [ above-mentioned ] preparation. The following step 5 (assembly) is called back process, is a process chip-ized using the wafer depended and created step 4, and includes processes, such as an assembly process (dicing, bonding) and a packaging process (chip enclosure). At Step 6 (inspection), the check test of the semiconductor device created at Step 5 of operation, an endurance test, etc. are inspected. A semiconductor device is completed through such a process and this is shipped (Step 7). Drawing 8 shows the detailed flow of the above-mentioned wafer-process. The front face of a wafer (wafer 18) is oxidized at Step 11 (oxidization). At Step 12 (CVD), an insulator layer is formed on the surface of a wafer. At Step 13 (electrode formation), an electrode is formed by vacuum evaporation on a wafer. Ion is driven into a wafer at Step 14 (ion implantation). A resist (sensitized material) is applied to a wafer at Step 15 (resist processing). In Step 16 (exposure), a wafer is exposed by the image of the circuit pattern of a mask (reticle 15) by the above-mentioned projection aligner. The exposed wafer is developed at Step 17 (development). Portions other than the developed resist are shaved off at Step 18 (etching). The resist which etching could be managed with Step 19 (resist ablation), and became unnecessary is removed. A circuit pattern is formed on a wafer by carrying out by repeating these steps.

[0046] If the manufacture method of this example is used, it will become possible to manufacture the difficult highly-integrated device conventionally.

[0047]

[Effect of the Invention] If this invention is applied to the projection projection aligner for semiconductor device manufacture, the electronic-circuitry pattern on a reticle side can be projected with high degree of accuracy on a wafer side.

---

[Translation done.]

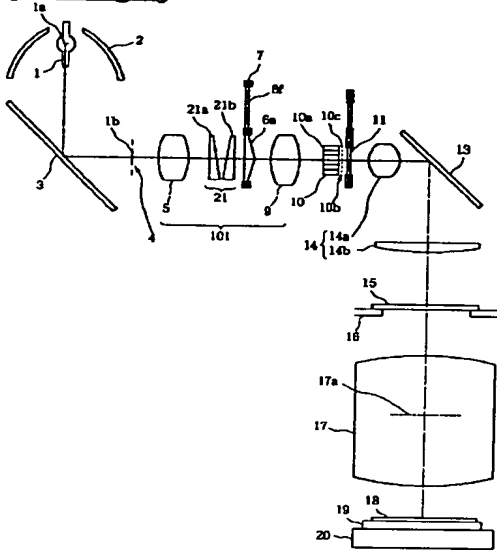
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

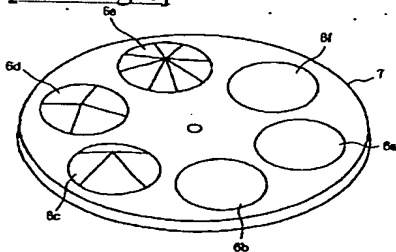
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

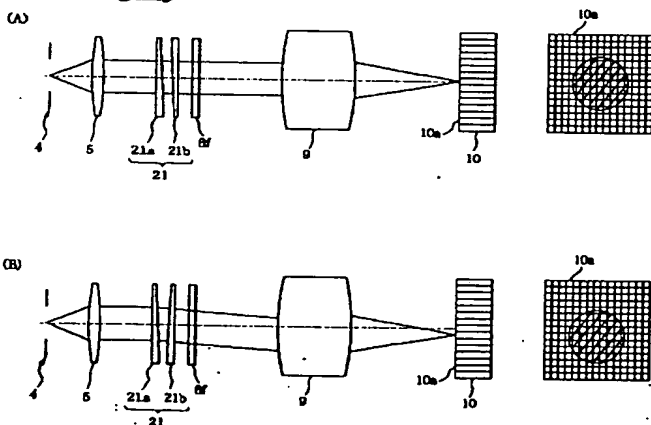
[Drawing 1]



[Drawing 2]

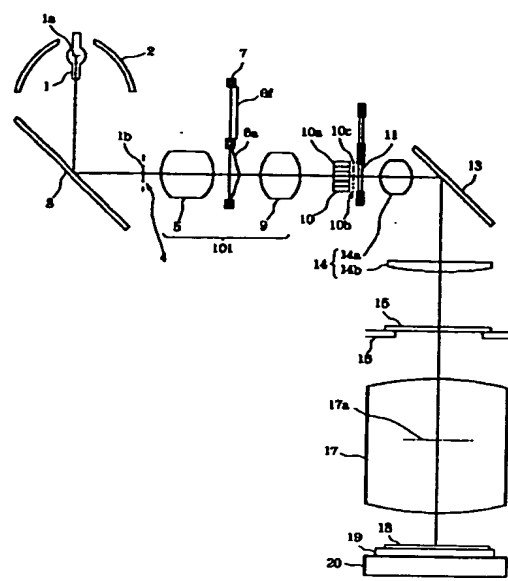


[Drawing 3]

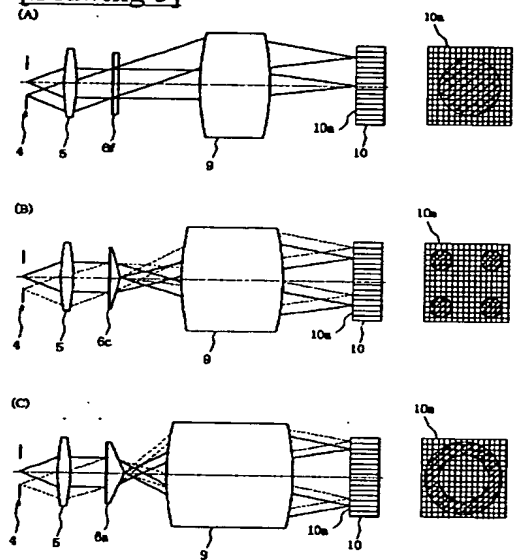


[Drawing 4]

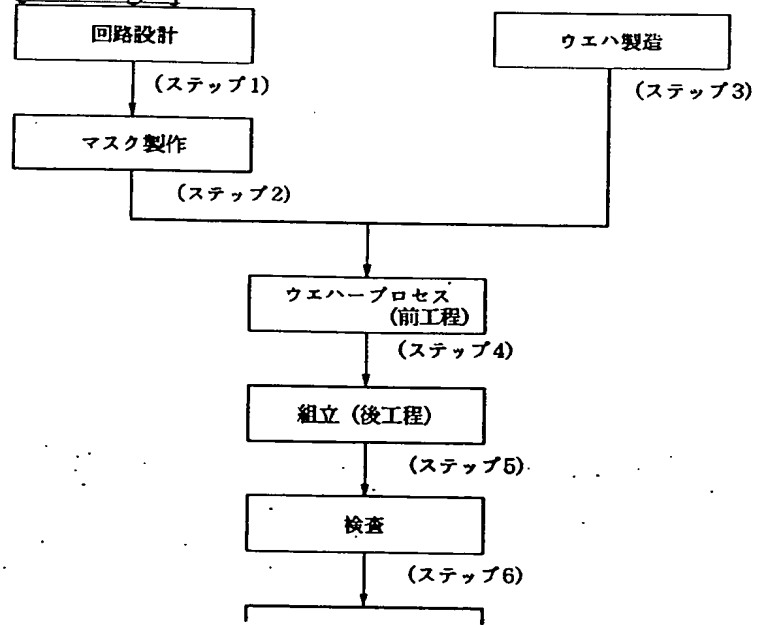


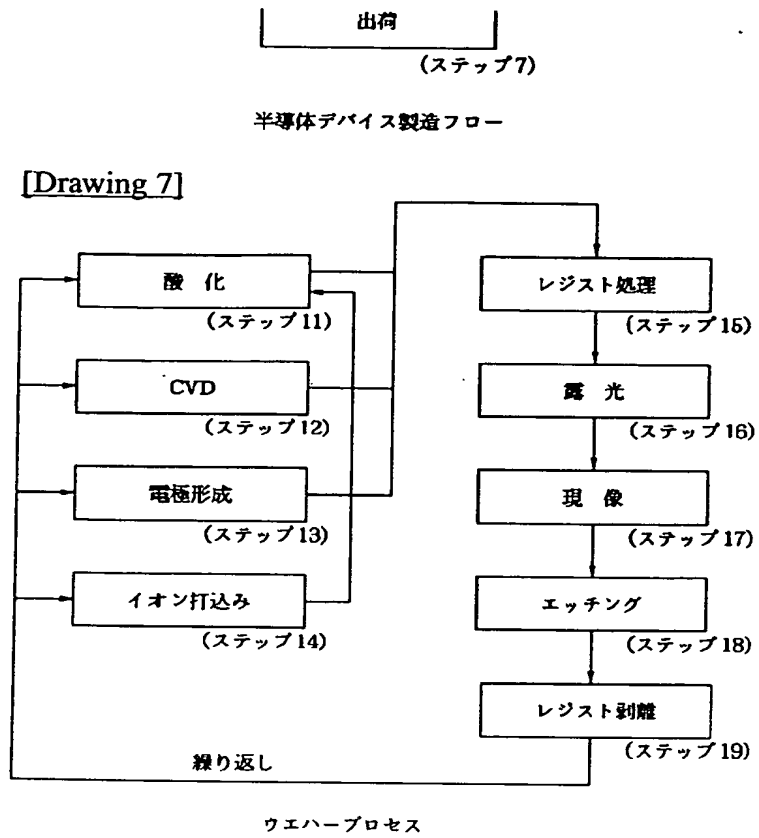


[Drawing 5]



[Drawing 6]





[Translation done.]

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/027		G02B 5/04	F 2H042
G02B 5/04			Z 2H043
		19/00	2H052
7/18		G03F 7/20	5F046
19/00		H01L 21/30	
		521	
		527	

審査請求 有 請求項の数16 O L (全9頁) 最終頁に続く

(51) 出願番号 特願2001-207774 (P 2001-207774)  
 (62) 分割の表示 特願平7-197541の分割  
 (22) 出願日 平成7年8月2日 (1995.8.2)

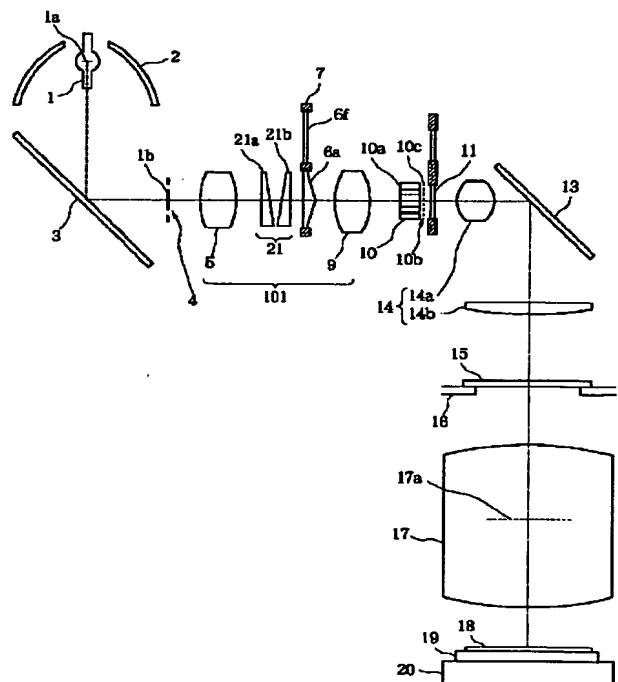
(71) 出願人 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (72) 発明者 塩澤 崇永  
 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地キヤ  
 ノン株式会社小杉事業所内  
 (74) 代理人 100090538  
 弁理士 西山 恵三 (外1名)  
 Fターム(参考) 2H042 CA12 CA17  
 2H043 BA00  
 2H052 BA02 BA03 BA09 BA12  
 5F046 BA03 CA02 CB03 CB10 CB12  
 CB13 CB19 CB23 DA01

## (54) 【発明の名称】 照明装置、露光装置及びデバイス製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 レチクルのパターンを高精度にウエハに投影することができる照明装置を提供すること。

【解決手段】 光源からの光束を多光束形成手段に入射させる光学系と、前記多光束形成手段が形成した多光束により被照明面を照明するレンズ系とを有する照明装置において、前記光学系は前記多光束形成手段側から順に照射光学系と該照射光学系の前側焦点位置またはその近傍に設けた第1光偏向部材を有し、前記多光束形成手段は前記照射光学系の光軸及び該光軸の周りに配置した複数の微小レンズを備え、前記第1光偏向部材は前記照射光学系の光軸回りで回転可能な複数の透明なクサビを備え、該複数の透明なクサビが回転することにより前記光源からの光束全体の偏向方向を変えることで前記光源からの光束全体の前記多光束形成手段への入射位置を変更する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの光束をオプティカルインテグレートに入射させる光学系と、前記オプティカルインテグレートが形成した多光束により被照明面を照明する照明装置において、前記オプティカルインテグレート、第1光偏向部材が前記光学系の光軸上に配置されており、前記第1光偏向部材としての第1の透明なクサビ及び第2の透明なクサビは、実質的にクサビ角が等しく、前記光軸を中心として個別に回転可能であり、前記第1のクサビと第2のクサビが回転することにより、前記光源からの光束の前記オプティカルインテグレートへの入射位置を変えることを特徴とする照明装置。

【請求項2】 前記第1光偏光部材は、該第1光偏光部材に入射した光束を所望の方向に所望の角度偏向することを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項3】 前記光学系は、前記オプティカルインテグレートと前記第1光偏向部材との間に照射光学系を有し、該照射光学系の前側焦点位置に前記光偏向部材が配置されていることを特徴とする請求項1又は2記載の照明装置。

【請求項4】 前記光学系は、前記オプティカルインテグレートと前記第1光偏向部材との間に照射光学系を有し、該照射光学系の後側焦点位置に前記オプティカルインテグレートが配置されていることを特徴とする請求項1乃至3いずれか1項記載の照明装置。

【請求項5】 前記第1光偏向部材は、透明なクサビを2個備えることを特徴とする請求項1乃至4いずれか1項記載の照明装置。

【請求項6】 前記第1光偏向部材は、透明なクサビを3個備えることを特徴とする請求項1乃至4いずれか1項記載の照明装置。

【請求項7】 前記透明な3個のクサビは、最もクサビ角が大きいクサビのクサビ角が、他の二つのクサビのクサビ角の合計より小さいことを特徴とする請求項6記載の照明装置。

【請求項8】 前記光源からの光束を複数の光束に分割し、前記複数の光束を互いに異なる方向に偏向することで前記複数の光束を前記オプティカルインテグレート上の互いに異なる位置に入射させる第2光偏向部材を前記第1光偏向部材の近傍に設けることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項記載の照明装置。

【請求項9】 前記光源からの光束をリング状の光束に変換して前記オプティカルインテグレートに照射するための円錐状の偏向面を有する第2光偏向部材を前記第1光偏向部材の近傍に設けたことを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項記載の照明装置。

【請求項10】 前記第1光偏向部材と前記照射光学系の間に前記第2光偏向部材を設けたことを特徴とする請求項8又は9記載の照明装置。

【請求項11】 前記多光束によりレチクル及びウエハ

を照明することを特徴とする請求項1乃至10いずれか1項記載の照明装置。

【請求項12】 前記光学系が楕円鏡を備えることを特徴とする請求項1乃至11いずれか1項記載の照明装置。

【請求項13】 前記光源は水銀灯を有することを特徴とする請求項1乃至12いずれか1項記載の照明装置。

【請求項14】 前記クサビは前記照射光学系の光軸に対して傾いた面を少なくとも一つ有することを特徴とする請求項1乃至13いずれか1項記載の照明装置。

【請求項15】 請求項1乃至請求項14のいずれかの照明装置によりマスクを照明し、該照明されたマスクのパターンを投影光学系によりウエハ上に投影することを特徴とする露光装置。

【請求項16】 請求項15の露光装置によりデバイスパターンでウエハを露光する段階と、該露光したウエハを現像する段階とを含むことを特徴とするデバイス製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は照明装置、露光装置及びデバイス製造方法に関し、特に、LSI等の半導体素子、CCD等の撮像素子、液晶パネル等の表示素子や磁気ヘッド等の検出素子等の各種デバイスを製造する時にレチクル面上のデバイスパターンを適切に照明するための照明装置、露光装置及びデバイス製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】最近の微細加工技術の進展は著しく、リソグラフィーで要求される解像力も0.3 $\mu$ mや0.25 $\mu$ mと非常に細かいものが要求されている。

【0003】そこで本出願人は、特開平5-283317号公報で、リソグラフィー用の投影露光装置の解像力を向上させることができる照明装置を提案している。

【0004】図4は特開平5-283317号公報に開示された照明装置（投影露光装置）を示している。

【0005】図4において、1は紫外線や遠紫外線を放射する高輝度の超高圧水銀灯で、水銀灯1の発光部1aは楕円ミラー2の第1焦点近傍にある。水銀灯1より発した光は、楕円ミラー2によって反射及び集光され、コールドミラー3で反射された後、楕円ミラー2の第2焦点4の近傍に発光部1aの像（発光部像）1bを形成する。コールドミラー3は、ガラス基板上に赤外光を透過させ紫外光を反射する多層膜を形成して成る。

【0006】101は、レンズ系5、9から構成される結像系であり、第2焦点4の近傍に形成した発光部像1bをオプティカルインテグレート10の光入射面10a上に略結像している。レンズ系9は、ズームレンズであり、結像系101の倍率を変えることができる構成となっている。7は光学素子の保持部材であり、円錐プリズ

ムや多角錐プリズム等の複数の光学素子を光路中に切り替えて配置できるように構成されている。レンズ系 5 は楕円ミラー 2 の開口の位置と保持部材 7 の位置とを光学的に略共役な位置関係にしている。

【0007】オブティカルインテグレート 10 は、多数個の光束を形成する多光束形成部材であり、多数の微小レンズを光軸に直交する平面に沿って 2 次元的に配列して成り、その光射出面 10 b 近傍に 2 次光源 10 c を形成する。11 は形状や大きさが互いに異なる複数の開口部材を有する絞り部材であり、絞り部材 11 は光路中に挿入する開口部材を切り替えられる機構を有している。

【0008】14 a はレンズ系であり、レンズ系 14 a はオブティカルインテグレート 10 の光射出面 10 b からの光束を集光する。レンズ系 14 a とコリメータレンズ 14 b とを含む集光レンズ系 14 は、絞り部材 11 とミラー 13 を介して、光射出面 10 b からの光束で、レチクルステージ 16 に載置した被照射面であるレチクル 15 をケーラー照明する。

【0009】17 は、投影光学系であり、レチクル 15 に描かれたパターンをウエハーチャック 19 に載置したウエハー 18 の感光面上に縮小投影している。20 は、ステージであり、ウエハーチャック 19 をその上に載置している。オブティカルインテグレート 10 の光射出面 10 b 近傍の 2 次光源 10 c は集光レンズ系 14 により投影光学系 17 の瞳 17 a 近傍に結像している。

【0010】図 4 の照明装置は、レチクル 15 に描かれた微細パターンの方向性及び解像線幅等に応じて光学素子の保持部材 7 を回転して複数の光学素子の内の所望の光学素子を光路中に挿入すると共に必要に応じて結像系 101 の倍率を変えることにより、図 6 (A) ,

(B) , (C) に示すように、オブティカルインテグレート 10 の光入射面 10 a 上の光強度分布を変更して 2 次光源の光強度分布 (照明方法) を変更している。図 6 中の斜線の部分は光強度が強い領域である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記照明装置において、絞り部材 11 の開口の形状や大きさを変えたり、保持部材 7 で保持した光学素子を切り替えたり、結像系 101 の結像倍率を変えたりすると、レチクル 15 やウエハー 18 での照明状態が変化してしまい、高精度にレチクルのパターンをウエハーに投影することができなくなってしまう。本発明は、この種の投影精度の悪化を小さくすることができる照明装置、露光装置及びデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の照明装置は、光源からの光束をオブティカルインテグレートに入射させる光学系と、前記オブティカルインテグレートが形成した多光束により被照明面を照明する照明装置において、前記オブティカルインテグ

レート、第 1 光偏向部材が前記光学系の光軸上に配置されており、前記第 1 光偏向部材としての第 1 の透明なクサビ及び第 2 の透明なクサビは、実質的にクサビ角が等しく、前記光軸を中心として個別に回転可能であり、前記第 1 のクサビと第 2 のクサビが回転することにより、前記光源からの光束の前記オブティカルインテグレートへの入射位置を変えることを特徴とする。

【0013】また、前記第 1 光偏向部材は、該第 1 光偏向部材に入射した光束を所望の方向に所望の角度偏向することを特徴とする。

【0014】また、前記光学系は、前記オブティカルインテグレートと前記第 1 光偏向部材との間に照射光学系を有し、該照射光学系の前側焦点位置に前記光偏向部材が配置されていることを特徴とする。

【0015】また、前記光学系は、前記オブティカルインテグレートと前記第 1 光偏向部材との間に照射光学系を有し、該照射光学系の後側焦点位置に前記オブティカルインテグレートが配置されていることを特徴とする。

【0016】また、前記第 1 光偏向部材は、透明なクサビを 2 個備えることを特徴とする。

【0017】また、前記第 1 光偏向部材は、透明なクサビを 3 個備えることを特徴とする。また、前記透明な 3 個のクサビは、最もクサビ角が大きいクサビのクサビ角が、他の二つのクサビのクサビ角の合計より小さいことを特徴とする。

【0018】また、前記光源からの光束を複数の光束に分割し、前記複数の光束を互いに異なる方向に偏向することで前記複数の光束を前記オブティカルインテグレートの互いに異なる位置に入射させる第 2 光偏向部材を前記第 1 光偏向部材の近傍に設けることを特徴とする。

【0019】また、前記光源からの光束をリング状の光束に変換して前記オブティカルインテグレートに照射するための円錐状の偏向面を有する第 2 光偏向部材を前記第 1 光偏向部材の近傍に設けたことを特徴とする。

【0020】また、前記第 1 光偏向部材と前記照射光学系の間に前記第 2 光偏向部材を設けたことを特徴とする。

【0021】前記多光束によりレチクル及びウエハーを照明することを特徴とする。また、前記光学系が楕円鏡を備えることを特徴とする。

【0022】また、前記光源は水銀灯を有することを特徴とする請求項 1 乃至 12 いずれか 1 項記載の照明装置。

【0023】また、前記クサビは前記照射光学系の光軸に対して傾いた面を少なくとも一つ有することを特徴とする。

【0024】また、露光装置は、請求項 1 乃至請求項 14 のいずれかの照明装置によりマスクを照明し、該照明されたマスクのパターンを投影光学系によりウエハー上に

10

20

30

40

50

投影することを特徴とする。

【0025】また、デバイス製造方法は、請求項15の露光装置によりデバイスパターンでウエハを露光する段階と、該露光したウエハを現像する段階とを含むことを特徴とする。

【0026】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施例を示す図である。

【0027】図1において、1は紫外線や遠紫外線を放射する高輝度の超高圧水銀灯で、水銀灯1の発光部1aは楕円ミラー2の第1焦点近傍にある。水銀灯1より発した光は、楕円ミラー2によって反射及び集光され、コールドミラー3で反射された後、楕円ミラー2の第2焦点4の近傍に発光部1aの像（発光部像）1bを形成する。コールドミラー3は、ガラス基板上に赤外光を透過させ紫外光を反射する多層膜を形成して成る。水銀灯1は、光軸方向に動かすことができ、例えばオプティカルインテグレート10の光入射面10a上へ入射する光束の量が最大になるように光軸方向に関する位置を調整できる。

【0028】101は、レンズ系5、9から構成される結像系等の光学系であり、第2焦点4の近傍に形成した発光部像1bをオプティカルインテグレート10の光入射面10a上またはその近くに再び結像している。レンズ系5の前側焦点位置は第2焦点4の近傍に形成した発光部像1bの位置とほぼ一致している。レンズ系9（照射光学系）は、ズームレンズであり、結像系101の倍率を変えることができる構成となっている。7は光学素子の保持部材であり、円錐プリズムや多角錐プリズム等の複数の光学素子（第2光偏向部材）を光路中に切り替えて配置できるように構成されている。レンズ系5（受光光学系）は楕円ミラー2の開きの位置と保持部材7の位置とを光学的に略共役な位置関係にしている。図2は保持部材7とそれに保持された複数の光学素子6a～6fとを示しており、保持部材7は不図示のモータにより中心を貫く回転軸回りに回転するターレット板であり、光学素子6aは円錐プリズム、光学素子6bは光学素子6aよりも頂角が小さい円錐プリズム、光学素子6cは四角錐プリズム、光学素子6dは光学素子6cよりも頂角が大きい四角錐プリズム、光学素子6eは八角錐プリズム、光学素子6fは平行平板（この部分は素通しの開口でもいい。）である。

【0029】オプティカルインテグレート10は、多数個の光束を形成する多光束形成部材であり、多数の微小レンズを光軸に直交する平面に沿って2次元的に配列して成り、その光射出面10b近傍に2次光源10cを形成する。オプティカルインテグレート10の光入射面はレンズ系9の後ろ側焦点位置にある。11は形状や大きさが互いに異なる複数の開口部材を有する絞り部材であり、絞り部材11は光路中に挿入する開口部材を切り替

えられる機構を有している。複数の開口部材の開口形状は、光学素子6a～6fに対応しており、リング状、4つ穴、8つの穴、一つ穴を含む。

【0030】14aはレンズ系であり、レンズ系14aはオプティカルインテグレート10の光射出面10bからの光束を集光する。レンズ系14aとコリメータレンズ14bとを含む集光レンズ系14は、絞り部材11とミラー13を介して、光射出面10bからの光束で、レチクルステージ16に載置した被照射面であるレチクル15をケーラー照明する。

【0031】17は、投影光学系であり、レチクル15に描かれたパターンをウエハチャック19に載置したウエハ18の感光面上に縮小投影している。20は、XYステージであり、ウエハチャック19をその上に載置している。オプティカルインテグレート10の光射出面10b近傍の2次光源10cは集光レンズ14により投影光学系17の瞳17a近傍に結像している。

【0032】図1の照明装置は、レチクル15に描かれた微細パターンの方向性及び解像線幅等に応じて光学素子保持部材7を回転して複数の光学素子6a～6fの内の所望の光学素子を光路中に挿入すると共に必要に応じて結像系101の倍率を変えることにより、図6

(A), (B), (C)に示すように、オプティカルインテグレート10の光入射面10a上の光強度分布を変更して2次光源の光強度分布（照明方法）を変更している。図6の斜線の部分は光強度が強い領域である。

【0033】図1の照明装置の特徴は光学素子保持部材7の近傍に光軸調整装置21（第1光偏向部材）を設けたことである。光軸調整装置21は実質的に同じクサビ角を持つ2枚のクサビガラス21a, 21bを備えており、2枚のクサビガラス21a, 21bは双方とも光軸に垂直な第1面と光軸に対して傾いた第2面とを有する。クサビ角は第1面と第2面とが成す角度を言う。光軸調整装置21は、クサビガラス21a, 21bの各々を、不図示の駆動装置により個別に光軸を回転軸として回転させ、各々の光軸回りの回転角を調整する。この調整により光軸調整装置21を通過する光束全体を所望の方向にある角度偏向でき、光束全体のオプティカルインテグレート10の光入射面10a上のへの入射位置を変え、光入射面10a上の光強度分布全体を動かすことができる。

【0034】図1の照明装置においては、オプティカルインテグレート10に入射する光束全体（光強度分布全体）の位置を変えると、被照射面であるレチクル15やウエハ18での照明状態が変わる。本実施例ではこのことを利用し、レチクルのパターンをウエハに高精度に投影できるようにクサビガラス21a, 21bの回転角度を調整するようにしている。

【0035】図3は光軸調整装置21の機能を示す説明図である。図3(A)は、光路中に平行平板6fが挿

入されており、2枚のクサビガラス21a、21bを互いにクサビ角を相殺する位置に設定した場合を示す図、図3(B)は図3(A)の状態からクサビガラス21bをある角度だけ回転した場合を示す図である。図3

(A)、(B)の右側にある図はオブティカルインテグレート10の光入射面10aでの光強度を模式的に示すもので、この図面から、クサビガラス21a、21bの各々を適当な角度回転し光束全体を所望の方向にある角度偏向することにより、オブティカルインテグレート10の光入射面10aにおける光強度分布を光軸(中心)に対して偏心することができることが分かる。これはレンズ系9へ入射する光束全体の入射角度を変えると、光束全体のオブティカルインテグレート10の光入射面10aに入射する位置が変わるからである。

【0036】以下、光軸調整装置21を用いた調整手順の一例を示す。

1. 照明方法を決定する。

2. 決定した照明方法に最適なように光学系を変更する。光学素子(6a~6f)の選択。結像系101の倍率の設定(レンズ系9のズーム位置の決定)。絞り11の選択(開口形状、大きさの選択)。水銀灯1の光軸方向への位置の変更。etc

3. レチクル15をステージ16から外し、XYステージ20上にある不図示の測定器により投影光学系17の像面での照明状態を調べる。

4. 手順3の結果より、クサビガラス21a、21bの回転角を算出し、不図示の駆動装置によりクサビガラス21a、21bをそれぞれ指定位置に回転させる。

【0037】尚、上記の測定はレチクル15のパターン面が位置する所の物体面でもいい。

【0038】上記調整手順においては照明方法の切り替え毎に照度分布を測定し、測定結果によりクサビガラス21a、21bの回転角を算出することになるが、あらかじめ実験により各照明方法におけるクサビガラス21a、21bの回転角を求めてメモリに記憶しておき、照明方法切り替え時にクサビガラス21a、21bを自動的に所定角度回転しても良い。

【0039】また、各照明方法毎にクサビガラス21a、21bの指定回転角度を持たずに、使用する全照明方法において、平均的に投影精度がよくなる回転角度を求め、その角度にクサビガラス21a、21bを固定しておいてもよい。

【0040】本実施例では光軸調整装置21を同一角度を持った2枚のクサビガラスにより構成させているが、3枚以上のクサビガラスにより構成しても良い。この場合は最もクサビ角が大きいクサビガラスのクサビ角が他の2枚以上のクサビガラスのクサビ角の合計以下である必要がある。

【0041】本実施例においては光軸調整装置21を光学素子6a~6fより光源側に配置しているが、光軸調

整装置21を光学素子6a~6fよりオブティカルインテグレート10側に配置してもよい。要は、オブティカルインテグレート10の光入射面10aへの入射角度をあまり変えずに入射位置を変えることができる場所に配置すれば良いのである。

【0042】上記各実施例では照明方法を変更した時にクサビガラスにより被照射面での照度むらが最小になるように調整しているが、必ずしもそのかぎりではなく、例えば、光学系の経時変化(レンズやミラーのコーティングの特性変化やランプのアークの輝度分布変化)により投影精度が悪化した時に自動的にクサビの回転角度を調整するようにしてもよい。

【0043】また上記各実施例では光学素子6a~6fの数を6種類として説明しているが、この数には限定されない。光学素子が無い場合にも本発明は適用出来る。

【0044】次に図1乃至図3の投影露光装置を利用したデバイスの製造方法の一実施例を説明する。

【0045】図6はデバイス(ICやLSI等の半導体チップ、磁気ヘッドや液晶パネルやCCD)の製造フローを示す。ステップ1(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2(マスク製作)では設計した回路パターンを形成したマスク(レチクル15)を製作する。一方、ステップ3(ウエハー製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハー(ウエハー18)を製造する。ステップ4(ウエハープロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハーとを用いて、リソグラフィ技術によってウエハー上に実際の回路を形成する。次のステップ5(組み立て)は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作成されたウエハーを用いてチップ化する工程であり、アセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作成された半導体装置の動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ7)される。図8は上記ウエハープロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハー(ウエハー18)の表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハーの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)ではウエハー上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打ち込み)ではウエハーにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハーにレジスト(感材)を塗布する。ステップ16(露光)では上記投影露光装置によってマスク(レチクル15)の回路パターンの像でウエハーを露光する。ステップ17(現像)では露光したウエハーを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらステップを繰り返して行なうことによりウエハー上に回路パターンが形成さ

10

20

30

40

50

れる。

【0046】本実施例の製造方法を用いれば、従来は難しかった高集積度のデバイスを製造することが可能になる。

【0047】

【発明の効果】本発明を半導体素子製造用の投影投影露光装置に適用すれば、レチクル面上の電子回路パターンをウエハー面上に高精度で投影することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の照明装置の第1の実施例を示す図である。

【図2】図1の照明装置の光学素子の一例を示す図である。

【図3】図1の光軸調整装置の説明図である。

【図4】従来の照明装置を示す図である。

【図5】図4の照明装置における照明方法の切り替え方を示す説明図である。

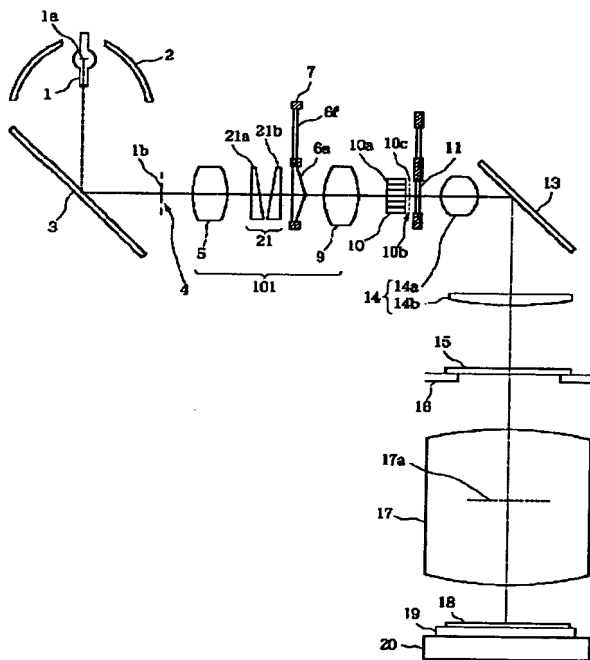
【図6】デバイス製造方法のフローを示す図である。

【図7】図6のウエハープロセスを示す図である。

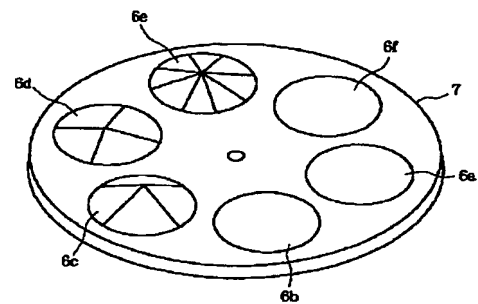
【符号の説明】

- 1 水銀灯
- 2 楕円ミラー
- 3 コールドミラー
- 5、9 レンズ系
- 6 a～6 f 光学素子
- 7 光学素子保持部材（ターレット板）
- 10 オプティカルインテグレータ
- 11 絞り部材
- 15 レチクル
- 17 投影レンズ
- 18 ウエハー
- 21 a, 21 b クサビガラス
- 22 平行平板
- 23 a～23 f クサビガラス

【図1】

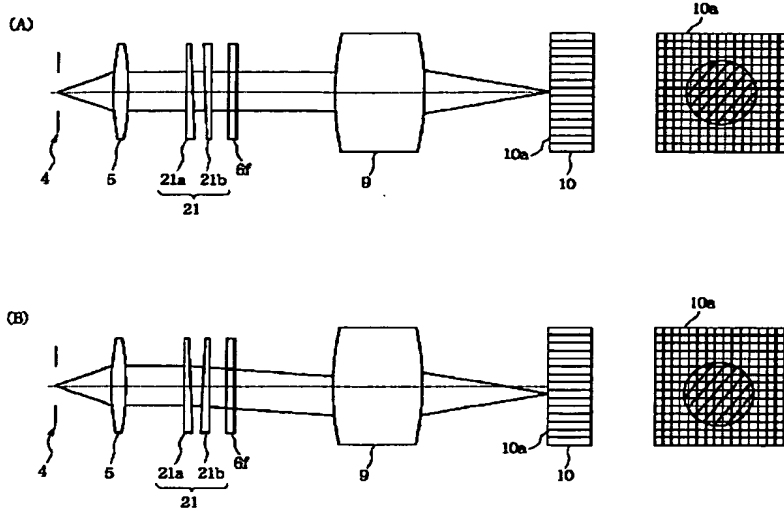


【図2】

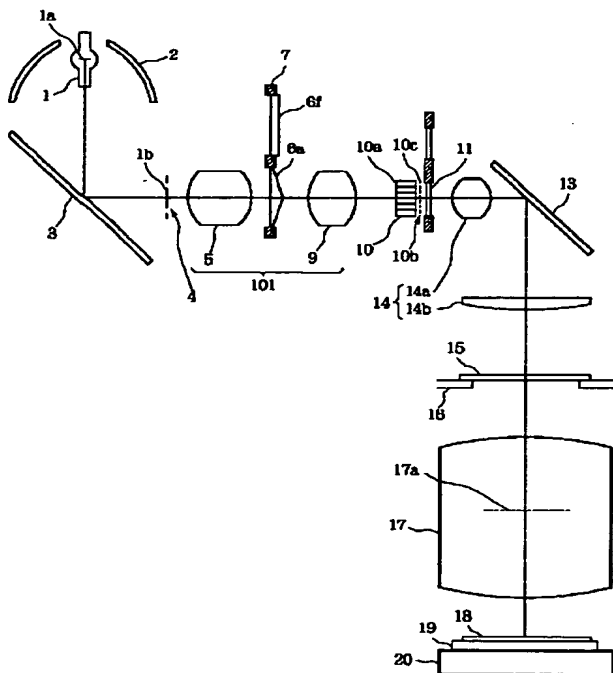




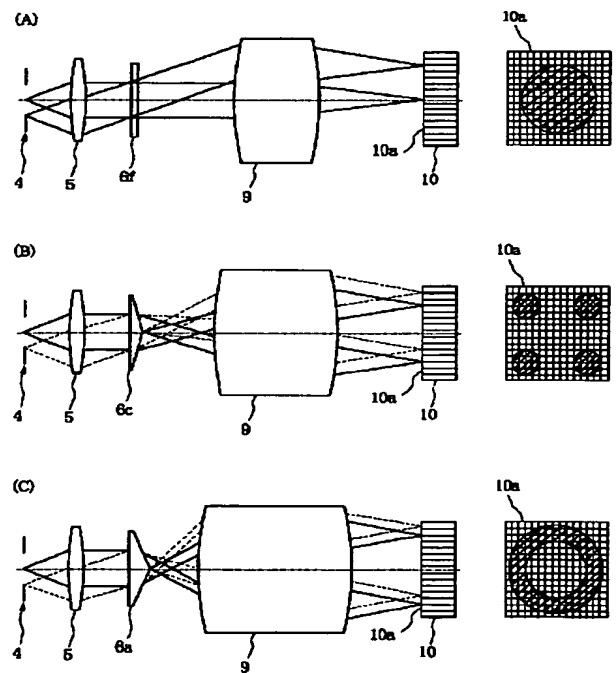
【図 3】



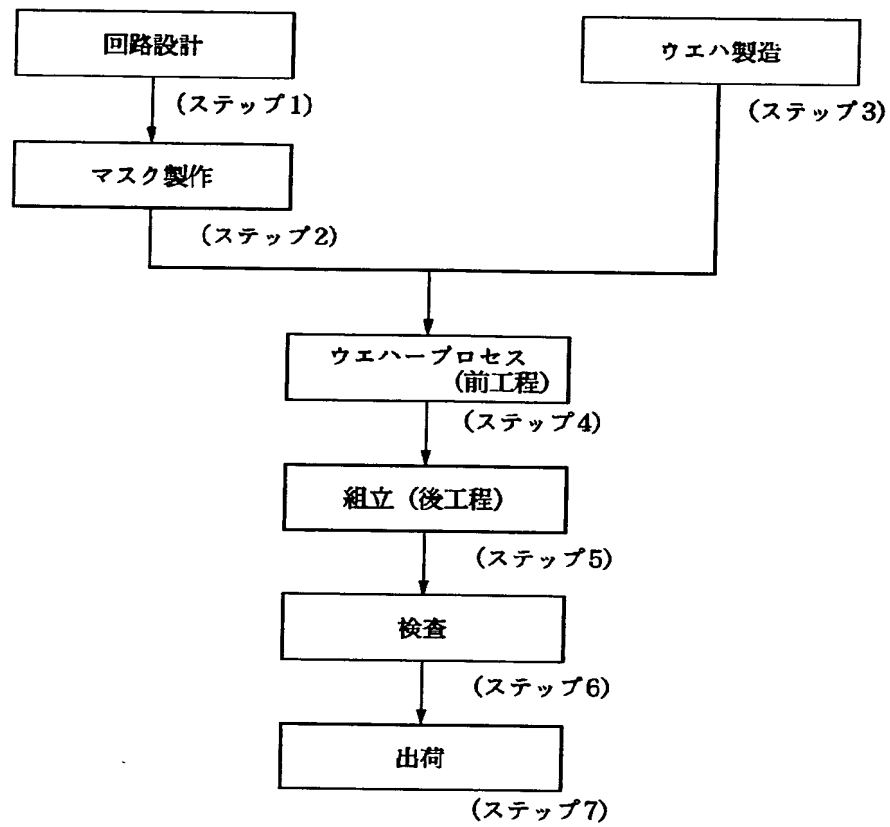
【図 4】



【図 5】

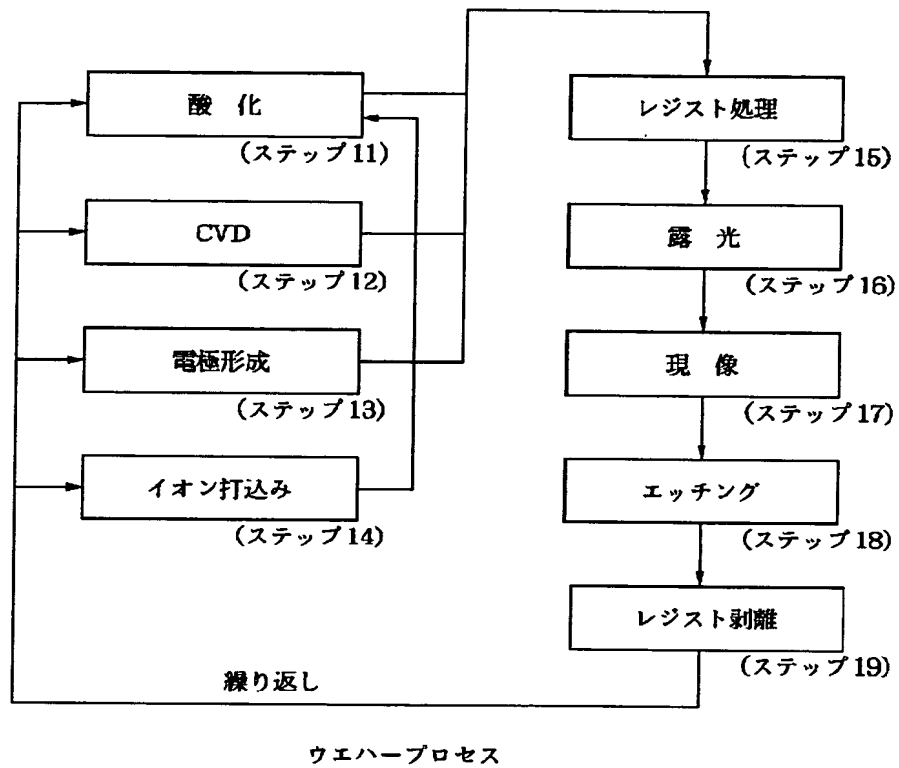


【図6】



半導体デバイス製造フロー

【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G03F 7/20

識別記号  
521

F I  
G02B 7/18

515 D  
A

ターマコード (参考)